

UNCLASSIFIED

Defense Technical Information Center Compilation Part Notice

ADP014147

TITLE: Prototypage virtuel pour les programmes navals [Virtual Prototyping in Naval Ships]

DISTRIBUTION: Approved for public release, distribution unlimited
Availability: Hard copy only.

This paper is part of the following report:

TITLE: Reduction of Military Vehicle Acquisition Time and Cost through Advanced Modelling and Virtual Simulation [La reduction des couts et des delais d'acquisition des vehicules militaires par la modelisation avantee et la simulation de produit virtuel]

To order the complete compilation report, use: ADA415759

The component part is provided here to allow users access to individually authored sections of proceedings, annals, symposia, etc. However, the component should be considered within the context of the overall compilation report and not as a stand-alone technical report.

The following component part numbers comprise the compilation report:
ADP014142 thru ADP014198

UNCLASSIFIED

Prototypage virtuel pour les programmes navals

(Virtual Prototyping in Naval Ships)

Mona Khoury
DGA
Centre Technique des Systèmes Navals
BP 28
83800 Toulon Naval
France

Résumé

Dans ce papier est présentée une méthodologie, basée sur le prototypage virtuel, actuellement en cours de mise au point en France, pour optimiser les coûts et délais d'un programme naval.

L'idée principale est de fédérer les données industrielles de conception et les outils de simulation dans une architecture logicielle unique de façon à faciliter l'accès aux résultats de simulation à l'ensemble des participants d'un programme naval, et surtout à l'équipe de Direction du Programme.

Les différents aspects de cette méthodologie sont décrits et des exemples des premiers résultats sont donnés.

Introduction

Avec la réduction des budgets de défense dans la plupart des pays occidentaux, la maîtrise des coûts et délais dans le cadre d'un programme naval est devenue un enjeu vital.

Par ailleurs l'accroissement des capacités informatiques a favorisé le développement d'outils de simulation très complexes et très complets.

La conjonction de ces deux paramètres – réduction budgétaire et développement de l'informatique – a naturellement conduit à envisager l'usage de la simulation de façon systématique tout au long d'un programme naval comme un élément essentiel pour en réduire les aléas techniques et donc les coûts et délais.

Le développement de la méthodologie baptisée « prototypage virtuel » par la DGA en France s'inscrit dans ce contexte. Dans ce papier, cette méthodologie est décrite en détails et les premiers exemples d'application sont donnés.

Abréviations

DGA : Délégation Générale de l'Armement
DP : Direction de Programme
DCE : Direction des Centres d'Expertises et d'Essais
CTSN : Centre Technique des Systèmes Navals

Le contexte :

On se place ici dans le cadre d'un programme naval qui a des contraintes financières et calendaires bien précises. La Direction de Programme a en charge :

- l'écriture des spécifications du système recherché à partir de l'expression du besoin opérationnel
- la passation du contrat correspondant avec un industriel
- l'évaluation des fournitures de l'industriel

Pour ce dernier point, le DP fait appel à des experts étatiques. En France, c'est la DCE, une des directions de la DGA, qui joue ce rôle. Pour réaliser leurs tâches d'évaluation, les experts étatiques s'appuient sur un certain nombre d'outils qui sont essentiellement des essais et des simulations.

Le prototypage virtuel consiste à développer une méthodologie centrée sur l'utilisation des moyens de simulation. A ce titre il s'inscrit dans le cadre plus large de « l'acquisition fondée sur la simulation » (simulation based acquisition).

Description de la méthodologie

1. Identification des simulations

La première étape pour utiliser la simulation dans le cadre d'un programme naval est l'identification des outils de simulation nécessaires. Ceci nécessite qu'en amont au programme, dès la phase de préparation, un important effort soit fait du côté des experts étatiques pour identifier les outils de simulation à utiliser pour les travaux d'évaluation et les données nécessaires (avec leur format) pour alimenter ces outils. Ceci doit bien sûr se faire en cohérence avec les exigences de la Direction de Programme. En face de chaque exigence, de chaque fonction spécifiée, il faut se poser la question de l'évaluation. Suivant le cas, la réponse à cette question peut être multiple :

- l'évaluation se fait au moyen d'un essai, une simulation n'est pas ou difficilement envisageable
- l'évaluation peut se faire par simulation mais le temps nécessaire à la mise au point de l'outil de simulation et à sa validation n'est pas compatible du programme
- l'évaluation peut se faire avec un outil de simulation existant ou dont le développement et la validation sont compatibles des contraintes calendaires du programme

Dans ce dernier cas seulement, on considère avoir identifié un outil de simulation à utiliser dans le cadre du programme. Il faut encore s'assurer que cet outil a été validé et que son domaine de validité est connu avec précision. Ce dernier point est essentiel pour que le DP puisse se fier en toute sécurité aux résultats des simulations. Toute la crédibilité de la démarche est basée sur la rigueur apportée aux aspects validation des simulations.

2. Accès aux données

L'un des problèmes majeurs que l'on rencontre lorsque l'on veut utiliser des simulations dans le cadre d'un programme naval à des fins d'évaluation est l'obtention des données. En effet l'expert côté étatique doit disposer des données industrielles de conception qui servent de données d'entrée aux simulations. Or il rencontre souvent des difficultés pour obtenir ces données :

- l'industriel ne veut pas les fournir par souci de propriété intellectuelle
- la fourniture de ces données a un coût
- même quand des données sont disponibles il est parfois difficile de s'assurer qu'elles sont à jour

Ces problèmes vont induire des retards dans la fourniture des résultats et des doutes sur la crédibilité des simulations. Ces difficultés vont donc freiner le Directeur de Programme dans l'utilisation de la simulation et l'empêcher de l'utiliser de façon systématique.

La solution à adopter est la suivante : il faut dès le début d'un programme définir les données nécessaires et leur format et exiger contractuellement de l'industriel la fourniture de ces données et leur mise à jour régulière.

3. Fédération des données :

L'étape suivante est la mise en place d'une structure informatique, que l'on peut qualifier de structure d'accueil des données. C'est l'industriel qui alimente cette structure au profit des différents experts simulation et du prototype virtuel. Cette structure permet :

- de centraliser les données : ceci facilite à la fois l'accès et la mise à jour des données au fur et à mesure de l'avancement du programme.
- d'extraire facilement, au bon format, les données nécessaires à un outil de simulation donné

Cette structure informatique a donc les interfaces suivantes :

- interface avec les données de conception (fichiers CAO et données techniques)
- interfaces avec les différents outils de simulation identifiés : il y aura autant d'interfaces spécifiques que d'outils choisis

Cette structure est organisée de telle façon que l'on puisse garder en mémoire les différentes versions des données. Cela permet de faciliter la comparaison entre différentes solutions et de mieux évaluer la progression du programme.

4. Fédération des résultats

Avec les 3 étapes décrites ci-dessus on a optimisé la mise en œuvre des simulations. Il s'agit dans cette étape, d'une certaine façon, d'optimiser l'utilisation des résultats. Les résultats d'une simulation sont en général assez complexes. La plupart des outils de simulation destinés à évaluer une fourniture industrielle sont des outils d'experts dont l'interprétation des résultats n'est pas toujours facile. Le but de cette étape est double. Il s'agit de :

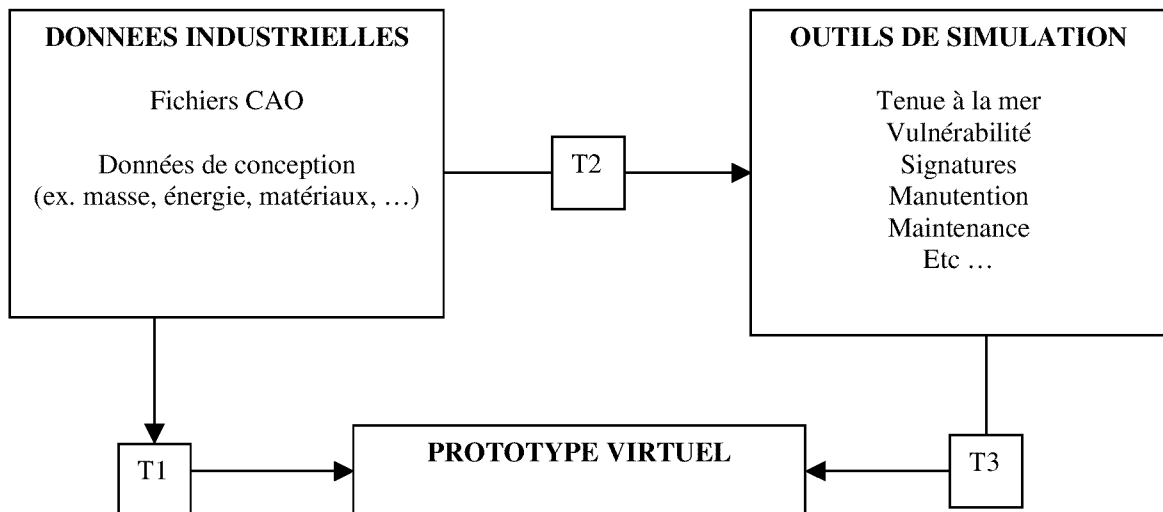
- rendre accessible aux différents acteurs d'une équipe de programme l'ensemble des résultats de simulation significatifs. En effet, jusqu'à aujourd'hui, le DP a accès aux résultats de simulation au travers des rapports d'experts et au cours de réunions organisées avec chaque expert du domaine qui présente ses résultats sous forme de courbes ou graphes plus ou moins aisément compréhensibles par un non-spécialiste. Ceci veut dire, qu'en dehors de quelques cas bien spécifiques, le DP se penche très peu sur les résultats de simulation quand il se pose une question. Le fait de disposer au sein de l'équipe de programme d'un outil informatique présentant de façon conviviale tous les résultats significatifs de simulation disponibles à un instant donné, avec un certain degré d'interactivité, devrait largement inciter le DP à faire appel plus systématiquement aux simulations.
- faciliter le dialogue des différents acteurs entre eux
- faciliter le couplage des simulations entre elles, par exemple on peut envisager le scénario suivant : attaque d'un missile (mise en œuvre outil de simulation guerre électronique) – impact (mise en œuvre outil de simulation vulnérabilité) – incendie (mise en œuvre simulation propagation incendie – modèle facteurs humains) – lutte contre les sinistres (mise en œuvre modèle d'organisation de lutte contre les sinistres). On peut ainsi jouer des scénarios opérationnels très complets mettant en œuvre un grand nombre d'outils différents de simulation.

La solution adoptée par le Centre Technique des Systèmes Navals de la DCE, en accord avec le Service des Programmes Navals, est de fédérer l'ensemble des résultats de simulation au sein d'un prototype virtuel de navire, d'où le nom de prototypage virtuel donné au processus décrit ici. L'obtention du prototype virtuel et son utilisation dans le programme constituent l'étape ultime du processus.

Le prototype virtuel ainsi conçu comprendra donc les interfaces suivantes :

- interface avec la structure de fédération des données pour récupérer les fichiers CAO qui permettent la mise au point des « objets bateau »
- interfaces avec les différents outils de simulation pour intégration de leurs résultats dans le prototype virtuel. Il existe autant d'interfaces que d'outils de simulation.

L'ensemble du processus – fédération des données / fédération des résultats - peut être représenté par le schéma suivant :



5. Outils utilisés

Pour bâtir ce PV on utilise les outils informatiques suivants :

- des stations de travail de type SGI, à hautes performances graphiques
- un logiciel « modeleur » qui permet la récupération des données CAO et leur traitement pour maîtriser le niveau de détail et conserver au prototype virtuel son utilisation « temps réel »
- un logiciel de réalité virtuelle permettant l'intégration des différents résultats de simulation et l'animation du navire virtuel en temps réel, avec le comportement déduit des simulations.

Notons que la présentation des résultats de simulation sous cette forme vient compléter le travail des experts et non pas le remplacer, à charge pour les experts d'identifier les cas significatifs qui doivent être intégrés au prototype virtuel. Notons également que, pour certains domaines techniques, le prototype virtuel comprend un accès à une visualisation plus classique des résultats de simulation, sous forme de graphiques ou de courbes.

6. Mise à disposition du Prototype Virtuel

Le prototype virtuel ainsi réalisé est mis à la disposition de l'équipe intégrée de programme à travers un réseau informatique sécurisé. Cette équipe comprend les membres de la Direction de Programme mais aussi des opérationnels et des industriels. Le prototype virtuel leur permet différents types d'analyse :

- évaluation des performances : tenue à la mer, vulnérabilité, signatures, ...
- validation de procédures : manutention d'armes, ravitaillement à la mer, ...
- immersion virtuelle : surtout pour les aspects Facteurs Humains : accessibilité, maintenabilité, ...

Une interface spécifique est réalisée pour permettre un accès facile au type d'analyse envisagée et aux différents domaines techniques et fonctions représentés.

Ce prototype peut être utilisé :

- ponctuellement, pour examiner de plus près tel ou tel aspect
- lors des revues de projets : comparaison avec les versions précédentes, mise en œuvre de scénarios opérationnels, ...
- lorsque deux solutions de conception sont envisageables, comme aide à la décision

Pour la Direction de Programme, le prototype virtuel est essentiellement un outil d'évaluation, ce qui est son but initial.

Pour les opérationnels, il permet de se rendre compte de la façon dont leur besoin opérationnel sera rempli, mais aussi de disposer de l'information nécessaire, sous une forme aisément compréhensible, quand des choix sont nécessaires, pour des raisons de coût par exemple.

Pour les industriels il est un outil d'aide à la conception important.

Pour tous il est un outil de dialogue.

Premiers résultats

Les premiers résultats présentés ici concernent la partie interface outils de simulation – prototype. Une maquette de prototype virtuel, fondée sur la frégate La Fayette, a été réalisée avec intégration des simulations suivantes :

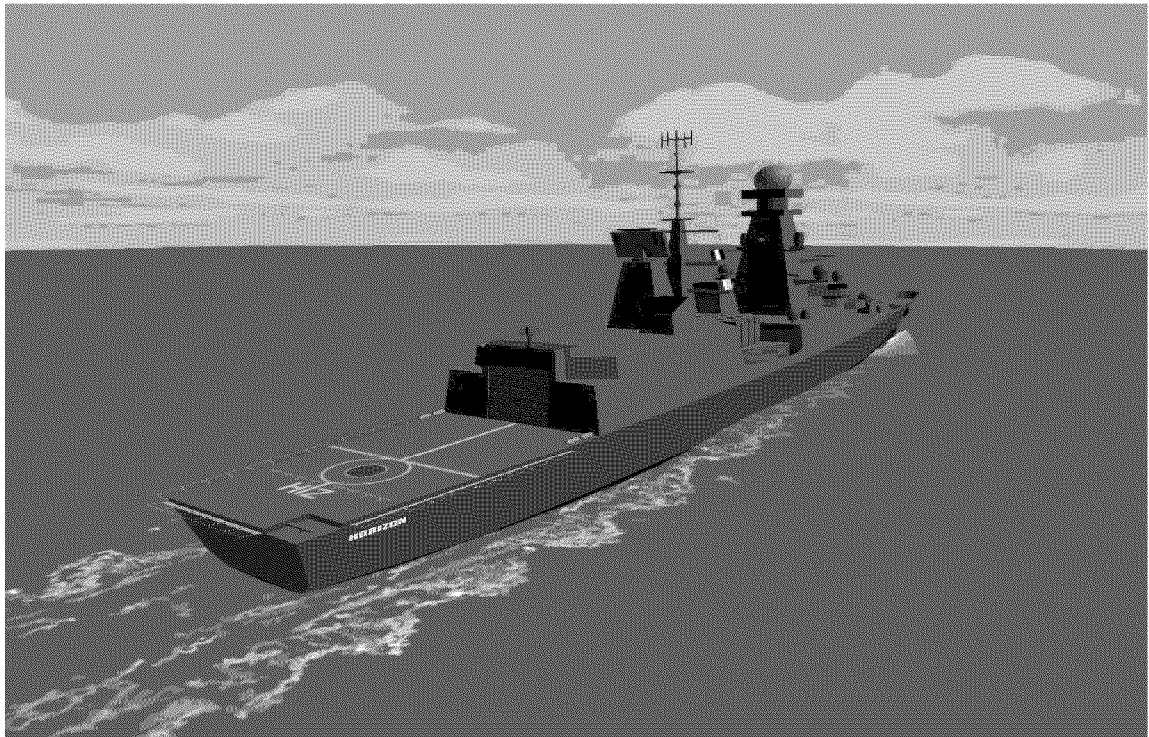
- tenue à la mer, avec et sans avarie, manoeuvrabilité : prise en compte d'une déformation de la houle autour du navire et intégration de fichiers résultats du code FREDYN utilisé par le Bassin d'Essais des Carènes de la DCE. Cette partie constitue la brique de base du prototype virtuel puisque nombre de simulations se font à partir du navire en mouvement.
- opérations hélicoptère : intégration de fichiers résultats du code IDYNA du Centre Technique des Systèmes navals, ce code permet de simuler le comportement d'un hélicoptère à l'appontage et lors des manœuvres sur le pont (calcul des mouvements de l'hélicoptère et des efforts sur les trains d'atterrissage, les amortisseurs et aux différents points de liaison entre l'hélicoptère et le pont).
- Vulnérabilité, propagation incendie : intégration de fichiers résultats du code de vulnérabilité MINERVE développé par le Groupe d'Etudes et de Recherches en Balistique, Armes et Munitions. Ce code permet de visualiser l'impact d'une agression (extérieure ou intérieure, comme l'explosion d'une munition en soute) : effet du souffle, propagation des éclats. On peut visualiser les locaux et équipements touchés et voir ainsi la dégradation fonctionnelle résultante. Ce code peut être couplé au code de propagation incendie LUCIFER mis en œuvre au Centre Technique des Systèmes Navals. On peut associer ensuite les aspects lutte contre les sinistres avec mise en œuvre des moyens automatiques et organisation humaine.

Les outils mentionnés ci-dessus sont les moyens de simulation identifiés comme outils d'évaluation dans les domaines techniques cités. Les travaux sur cette maquette se poursuivent actuellement avec les aspects signature et s'orientent également vers une intégration des aspects système de combat.

Par ailleurs, l'aménagement intérieur étant représenté, il est facile d'examiner les aspects facteurs humains :

- ergonomie
- accessibilité
- maintenabilité

Certaines applications ont également été effectuées dans le cadre du programme HORIZON.



Conclusion

La méthodologie prototypage virtuel présentée ici s'inscrit entièrement dans la politique de simulation pour l'acquisition. Elle vise :

- à optimiser l'usage des simulations pour que les programmes retirent les bénéfices des développements importants menés dans le domaine de la simulation, ces dernières années.
- à exploiter les avantages des techniques de réalité virtuelle en prenant en compte les aspects facteurs humains (accessibilité, ergonomie, maintenabilité, validation de procédures, ...) dans leur ensemble à un stade très précoce du programme.

Un investissement de départ est certes nécessaire : il faut prévoir contractuellement la fourniture des données industrielles et un équipement informatique minimal au niveau de la Direction de Programme. Cependant le gain attendu au niveau de la maîtrise technique du Programme, et donc en terme de coûts et délais, compensera largement cet effort.

Paper #1

Discussor's name F. Kafyeke

Author Khoury

Q: What software do you use to extract 3D CAD data and convert it to numerical data usable for engineering analysis?

A: We do not use an off-the-shelf commercial code for this. We use software specifically developed for the purpose by contractors.